

**PANDUAN PRAKTIS MEMBUAT
ROBOT CERDAS**

Menggunakan

ARDUINO & MATLAB

Mada Sanjaya W.S., Ph.D.

Penerbit ANDI Yogyakarta

PANDUAN PRAKTIS MEMBUAT ROBOT CERDAS

Menggunakan

ARDUINO & MATLAB

Mada Sanjaya W.S., Ph.D.

Penerbit ANDI Yogyakarta

Panduan Praktis Membuat Robot Cerdas Menggunakan Arduino dan MATLAB

Oleh: Mada Sanjaya W.S., Ph.D.

Hak Cipta © 2016 pada Penulis

Editor : Ignas

Setting : Tommy

Desain Cover : Wiskhak

Korektor : Yeskha

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

Penerbit CV. ANDI OFFSET (Penerbit ANDI)

Jl. Beo 38-40, Telp. (0274) 561881 (Hunting), Fax. (0274) 588282 Yogyakarta 55281

Percetakan: ANDI OFFSET

Jl. Beo 38-40, Telp. (0274) 561881 (Hunting), Fax. (0274) 588282 Yogyakarta 55281

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam Terbitan (KDT)

W.S., Mada Sanjaya

Panduan Praktis Membuat Robot Cerdas Menggunakan Arduino dan
MATLAB/Mada Sanjaya W.S.;

– Ed. I. – Yogyakarta: ANDI,

25 24 23 22 21 20 19 18 17 16

xiv + 482 hlm. ; 20 x 28 Cm.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

ISBN: 978 – 979 – 29 – 5182 – 0

I. Judul

1. Robotics

DDC'23 : 629.892

Prakata

Segala puji bagi Robb pencipta alam semesta yang begitu indah dan sempurna. Seiring dengan penulisan prakata ini, pertanda buku *Panduan Praktis Membuat Robot Cerdas Menggunakan Arduino dan MATLAB* ini telah berhasil diselesaikan. Meskipun di tanah air Arduino begitu pesat berkembang, tetapi fakta membuktikan masih minimnya buku dengan tema Arduino, khususnya dalam bidang robotika. Buku ini **tidak menghadirkan teori elektronika ataupun arsitektur mikrokontroler**, tetapi lebih menekankan pada **aplikasi langsung** dari pemrograman dasar mikrokontroler Arduino, sehingga membantu pembaca dalam merealisasikan pembuatan robot cerdas impiannya.

Buku ini terdiri dari empat bagian utama, yaitu sistem robotika, robot autonomous digital, robotika kontrol digital, sistem komunikasi data digital, serta implementasi **Kecerdasan Buatan** menggunakan MATLAB seperti **robot vision** dengan kontrol **Fuzzy Logic** dan kontrol digital menggunakan perintah ucapan berbasis **speech recognition** dengan metode **ANFIS**.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian buku ini. Kami sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca untuk perbaikan dalam penerbitan berikutnya. Jika Anda ingin mengikuti *training* atau mengadakan seminar atau *workshop* di bidang robotika, Anda dapat menghubungi penulis di:

E-mail: madasws@gmail.com

Web: www.bolabot.com, www.profesorbolabot.blogspot.com

Salam cinta untuk para pencinta robotika Indonesia.

Bandung, Juni 2014

Penulis,

Mada Sanjaya W.S., Ph.D.

Daftar Isi

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v

BAGIAN PERTAMA: DASAR-DASAR ROBOTIKA

BAB 1 PENGENALAN ROBOTIKA	3
1.1 Perkembangan Robotika	4
1.2 Jenis-jenis Robot.....	6
1.3 Perkembangan Komputer dan Mesin Vision	7
1.3.1 Sistem Pendeteksi Pelat Nomor Kendaraan	7
1.3.2 Teknologi Biometric.....	7
1.3.3 Pendeteksi Senyum pada Kamera Digital	8
1.3.4 Bermain Game Menggunakan Gesture	9
1.3.5 Robot Vision.....	9
1.4 Perkembangan Kontrol Berbasis Speech Recognition	9
1.4.1 Modern Car	9
1.4.2 Voice Biometrics Mobile Phone	10
1.4.3 Control PC with Voice	10

BAB 2	SISTEM MEKANIKA ROBOT	11
2.1	Mekanika Robot Beroda.....	12
2.2	Mekanika Robot Berkaki	14
BAB 3	SISTEM ELEKTRONIKA ROBOT	19
3.1	Prinsip Umum Robotika	20
3.2	Sistem Sensor	20
3.2.1	Kamera Digital (Webcam)	20
3.2.2	Sensor Cahaya Sebagai Sensor Garis	21
3.2.3	Sensor Ultrasonic Sebagai Sensor Obstacle.....	22
3.3	Sistem Minimum Mikrokontroler Arduino	23
3.4	Sistem Aktuator Robot	25
3.4.1	Sistem Motor DC	25
3.4.2	Sistem Motor Servo.....	27
3.5	Peralatan Bengkel Elektronika	29
BAB 4	ROBOT MOBIL KONTROL ANALOG (REMOTE CONTROL ANALOG MOBILE ROBOT)	33
4.1	Bahan dan Komponen.....	34
4.2	Simulasi Proteus Rangkaian Robot Kontrol Analog	35
4.3	Desain Fritzing Robot Kontrol Analog.....	36
4.4	Implementasi Robot Kontrol Analog.....	36
BAB 5	ROBOT ANALOG PENGIKUT GARIS SAKELAR TRANSISTOR (ANALOG LINE FOLLOWER ROBOT)	39
5.1	Bahan dan Komponen	40
5.2	Rangkaian Robot Line Follower Analog Berbasis Transistor	42
5.2.1	Posisi Sensor di Atas Garis Hitam.....	42
5.2.2	Posisi Sensor di Atas Permukaan Putih	42
BAB 6	ROBOT ANALOG PENGIKUT GARIS SAKELAR IC KOMPARATOR (LINE FOLLOWER ROBOT)	45
6.1	Bahan dan Komponen.....	46
6.2	Desain Rangkaian Robot Line Follower Berbasis IC Komparator.....	48
6.2.1	Posisi Sensor di Atas Garis Hitam.....	48
6.2.2	Posisi Sensor di Atas Permukaan Putih	49
BAB 7	ROBOT ANALOG PENGIKUT CAHAYA (VISIBOT).....	51
7.1	Desain Rangkaian Robot VisiBOT Berbasis Transistor.....	52
7.2	Desain Rangkaian Robot VisiBOT Berbasis IC Komparator.....	53

BAB 8	ROBOT ANALOG ANTI PENGHALANG SENSOR CAHAYA.....	55
8.1	Desain Rangkaian Robot Avider Berbasis Transistor	56
8.2	Desain Rangkaian Robot Avider Berbasis IC Komparator	57
BAB 9	ROBOT ANALOG ANTI PENGHALANG SPDT BEETLEBOT	59
9.1	Bahan dan Komponen	61
9.2	Desain Rangkaian Robot Beetlebot	62
9.2.1	Simulasi Proteus Rangkaian Robot Beetlebot.....	62
9.2.2	Desain Fritzing dan Implementasi Robot Avider Beetlebot	63
 BAGIAN KEDUA: PEMROGRAMAN ARDUINO DAN ROBOT AUTONOMOUS		
BAB 10	PENGENALAN ARDUINO	67
10.1	Pengertian Arduino	68
10.2	Hardware Arduino.....	70
10.3	Software Arduino	72
BAB 11	PENGENALAN SIMULASI ARDUINO	77
11.1	Instalasi Simulasi Proteus Arduino	78
11.2	Proyek Simulasi Arduino Blinking LED	78
BAB 12	MEMBUAT KLONING ARDUINO MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER	
	AVR ATMEGA 8	89
12.1	Membuat Downloader ISP Menggunakan ATTINY 2313.....	90
12.2	Membuat Hardware Komunikasi Serial.....	94
12.3	Pemrograman IDE Arduino Blinking LED Berbasis ATmega 8.....	97
BAB 13	PEMROGRAMAN INPUT-OUTPUT MENGGUNAKAN ARDUINO	101
13.1	Bahan dan Komponen	102
13.2	Desain Program dan Rangkaian Blinking LED	103
13.3	Desain Program dan Rangkaian Input-Output Sakelar LED.....	106
BAB 14	PEMROGRAMAN INTERFACE LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY)	109
14.1	Bahan dan Komponen	110
14.2	Desain Program dan Rangkaian Menampilkan Karakter di LCD	111
14.3	Desain Program dan Rangkaian Input-Output dengan Interface LCD	114
BAB 15	ROBOT DIGITAL LINE FOLLOWER DENGAN PENGONDISIAN SINYAL IC	
	KOMPARATOR	117
15.1	Bahan dan Komponen	118
15.2	Desain Program dan Rangkaian Robot Line Follower Digital	121

BAB 16 ROBOT DIGITAL LINE FOLLOWER DENGAN ADC (ANALOG TO DIGITAL COVERTION)	129
16.1 Bahan dan Komponen	130
16.2 Desain Program dan Rangkaian Robot Line Follower ADC	132
BAB 17 ROBOT DIGITAL LIGHT FOLLOWER DENGAN ADC	139
17.1 Desain Rangkaian Robot Light Follower ADC	140
17.2 Desain Program IDE Arduino Robot Light Follower ADC.....	142
BAB 18 ROBOT DIGITAL OBSTACLE AVOIDER SENSOR CAHAYA	147
18.1 Desain Rangkaian Robot Obstacle Avider Cahaya	148
18.2 Desain Program IDE Arduino Robot Obstacle Avider Cahaya.....	150
BAB 19 ROBOT DIGITAL OBSTACLE AVOIDER SENSOR ULTRASONIC (ULTRABOT OBSTACLE AVOIDER)	155
19.1 Bahan dan Komponen	156
19.2 Desain Rangkaian Robot Obstacle Avider Ultrasonic.....	158
19.3 Desain Program IDE Arduino Robot Obstacle Avider Ultrasonic.....	160
 BAGIAN KETIGA: ARDUINO ROBOT KONTROL	
BAB 20 ROBOT DIGITAL DENGAN KONTROL REMOTE KABEL	167
20.1 Bahan dan Komponen	169
20.2 Desain Program dan Rangkaian Robot Kontrol Digital.....	171
BAB 21 ROBOT DIGITAL HEXAPOD REMOTE KONTROL BERBASIS WIRELESS	
TLP/RLP 315 MHz	175
21.1 Bahan dan Komponen	176
21.2 Desain Rangkaian Robot Kontrol Wireless	179
21.3 Desain Program IDE Arduino Robot Kontrol Wireless	181
BAB 22 INTERFACING MENGHIDUPKAN LED MENGGUNAKAN KEYBOARD	
KOMPUTER/LAPTOP	187
22.1 Bahan dan Komponen	188
22.2 Desain Program dan Rangkaian Kontrol LED Secara Serial	189
BAB 23 ROBOT DIGITAL DENGAN KONTROL MENGGUNAKAN KEYBOARD PC/LAPTOP	193
23.1 Bahan dan Komponen	194
23.2 Desain Program dan Rangkaian Robot Kontrol PC	196
23.2.1 Desain Rangkaian Robot Digital yang Dikendalikan Keyboard PC....	196
23.2.2 Pemrograman Robot Digital yang Dikendalikan Keyboard PC.....	197

BAB 24 ROBOT KONTROL PC BERBASIS GUI (GRAPHICAL USER INTERFACE) MATLAB	201
24.1 Bahan dan Komponen	202
24.2 Desain Program GUI MATLAB Robot Kontrol PC	203
BAB 25 GUI MATLAB ROBOT KONTROL DIGITAL DAN MONITORING BERBASIS WEBCAM ..	211
25.1 Bahan dan Komponen	212
25.2 Program GUI MATLAB Robot Kontrol dan Monitoring Webcam	214
BAB 26 GUI MATLAB ROBOT MONITORING SUHU (TERMO-SPYBOT)	223
26.1 Bahan dan Komponen	225
26.2 Program dan Rangkaian Interfacing Data Suhu ke Komputer	227
26.3 Program dan Rangkaian Robot Kontrol PC dan Monitoring Suhu	229
26.4 Program GUI MATLAB Robot Kontrol PC dan Monitoring Suhu	234
BAB 27 ROBOT DIGITAL MENGGUNAKAN KONTROL KOMPUTER BERBASIS WIRELESS	
ENCODER-DECODER 27 MHz.....	243
27.1 Bahan dan Komponen	244
27.2 Program dan Rangkaian Robot Kontrol PC Wireless 27 MHz	246
27.2.1 Desain Robot Kontrol PC Berbasis Wireless 27 MHz.....	246
27.2.2 Rangkaian Transmitter dan Receiver RC 27 MHz	246
27.2.3 Pemrograman IDE Arduino Robot Kontrol PC Wireless 27 MHz	248
BAB 28 ROBOT KONTROL ARDUINO MENGGUNAKAN INFRARED.....	251
28.1 Bahan dan Komponen	252
28.2 Program dan Rangkaian Robot Remote Kontrol Infrared	255
28.2.1 Desain Rangkaian Robot Remote Kontrol Infrared	255
28.2.2 Pemrograman IDE Arduino Robot Kontrol Infrared	258
BAB 29 ROBOT KONTROL DIGITAL BERBASIS BLUETOOTH.....	263
29.1 Bahan dan Komponen	264
29.2 Karakteristik Modul Bluetooth	266
29.3 Desain Program dan Rangkaian Robot Kontrol PC Berbasis Bluetooth	268
BAB 30 ROBOT KONTROL ARDUINO MENGGUNAKAN REMOTE TELEVISI	275
30.1 Bahan dan Komponen	276
30.2 Membuat Program Pembaca Kode Tombol Remote Televisi.....	278
30.3 Membuat Program Robot Kontrol Menggunakan Remote Televisi	282
BAB 31 PEMROGRAMAN KONTROL GERAK MOTOR SERVO	285
31.1 Bahan dan Komponen	286
31.2 Dasar Teori Motor Servo	287

31.3	Pemrograman Otomatis Menggunakan Fungsi Delay.....	290
31.4	Pemrograman Servo Menggunakan Kontrol Input/Output Push-Button	292
31.5	Pemrograman Servo Menggunakan Kontrol Keyboard Komputer	295
31.6	Membuat Interface Kontrol Motor Servo Berbasis GUI MATLAB.....	297
BAB 32	KONTROL ROBOT LENGAN BERBASIS SERVO (ARM 5 DOF)	305
32.1	Bahan dan Komponen.....	306
32.2	Desain Hardware Robot Lengan (ARM 5 DOF)	308
32.3	Pemrograman Servo Menggunakan Kontrol Serial Komputer	309
32.4	Membuat Interface GUI MATLAB Kontrol Robot Lengan	313
32.5	Implementasi Hardware Robot Arm	324
BAB 33	ROBOT HEXAPOD DIGITAL BERBASIS MOTOR SERVO CONTINUOUS	325
33.1	Bahan dan Komponen.....	326
33.2	Desain Hardware dan Pemrograman Robot Hexapod	328
33.3	Implementasi Hardware Robot Hexapod 2 Servo.....	330

BAGIAN KEEMPAT: ROBOT CERDAS BERBASIS VISION DAN SPEECH RECOGNITION

BAB 34	MENGAKSES VIDEO WEBCAM MENGGUNAKAN MATLAB	333
34.1	Bahan dan Komponen.....	334
34.2	Mencari Informasi Hardware Webcam	334
34.3	Membuat Preview Video dari Webcam	337
34.4	Pengambilan Citra dari Video Real Time Webcam	338
34.5	Format Umum Mengakses Webcam untuk Robotika	340
BAB 35	DETEKSI WARNA SECARA REAL TIME BERBASIS MATLAB	341
35.1	Deteksi Objek Berwarna Merah.....	342
35.2	Deteksi Objek Berwarna Hijau.....	344
35.3	Deteksi Objek Berwarna Biru	346
35.4	Membuat Grafik Mengikuti Gerak Objek (Tracking Object).....	348
BAB 36	GUI (GRAPHICAL USER INTERFACE) MATLAB ROBOT VISION PENDETEKSI WARNA	353
36.1	Bahan dan Komponen.....	356
36.2	Membuat GUI Kalibrasi Komputer Vision Pendeteksi Objek	357
36.3	Membuat GUI MATLAB Robot Vision Pendeteksi Objek.....	371
36.4	Desain Hardware dan Pemrograman Robot Berbasis PC.....	386

BAB 37 KONTROL LOGIKA FUZZY PADA ROBOT VISION PENDETEKSI OBJEK.....	391
37.1 Konsep Kontrol Logika Fuzzy pada Robot Vision Pendeteksi Objek	392
37.2 Membuat Program MATLAB Logika Fuzzy Robot Vision	393
37.3 Membuat GUI Kontrol Fuzzy Robot Vision Pendeteksi Objek	400
37.4 Desain Hardware dan Pemrograman Kontrol Fuzzy Robot Vision.....	416
BAB 38 KONTROL LED BERBASIS PENGENALAN POLA SINYAL WICARA MENGGUNAKAN	
MFCC DAN ANFIS (ADAPTIVE-NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEMS)	421
38.1 Ekstraksi Ciri Berbasis MFCC (Mell-Frequency Cepstrum Coefficients).....	422
38.1.1 Preemphasis.....	422
38.1.2 Frame Blocking.....	423
38.1.3 Windowing.....	423
38.1.4 Fast Fourier Transform (FFT).....	425
38.1.5 Mel-Frequency Wrapping	425
38.1.6 Cepstrum	426
38.2 Metode ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems)	426
38.3 Pemrograman Ekstraksi Ciri Berbasis MFCC.....	428
38.3.1 Pemrograman MFCC Menggunakan MATLAB	428
38.3.2 Langkah–langkah Pemrograman Ekstraksi Ciri Sinyal Suara	435
38.4 Pemrograman ANFIS Toolbox MATLAB	440
38.4.1 Langkah-langkah Pemrograman ANFIS.....	440
38.4.2 Langkah-langkah Pengujian Pengenalan Pola Suara	449
38.5 Membuat GUI Pengenalan Suara Menggunakan ANFIS.....	452
38.6 GUI Kontrol LED Berbasis Suara Menggunakan ANFIS.....	462
38.7 Program dan Rangkaian Kontrol LED Secara Serial.....	472
38.8 Implementasi Kontrol LED Menggunakan Suara	475
DAFTAR PUSTAKA	477